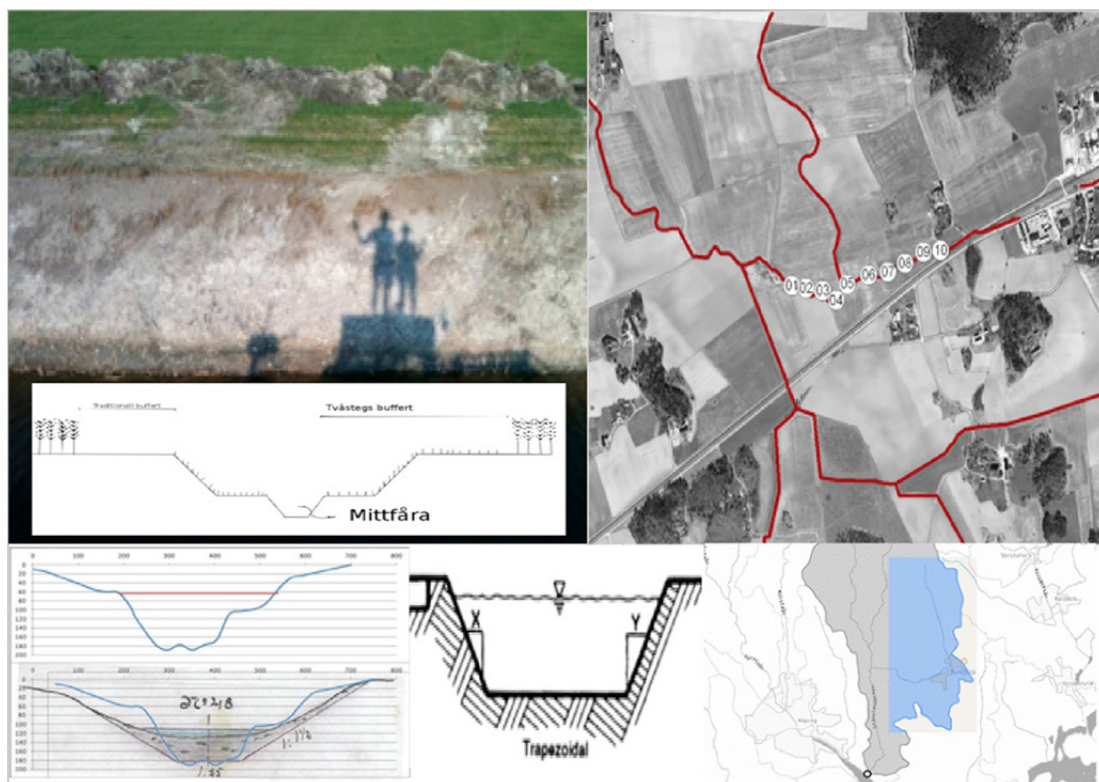


Utvärdering av öppna dikens status och funktion – en förstudie i Västmanlands län *Evaluation of open ditch status and function – a pilot study in Västmanland*

Pontus Bornold



Examensarbete i markvetenskap
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Pontus Bornold

Utvärdering av öppna dikens status och funktion – en förstudie i Västmanlands län
Evaluation of open ditch status and function – a pilot study in Västmanland

Handledare: Ingrid Wesström, institutionen för mark och miljö, SLU
Biträdande handledare: Fredrik Andersson, LRF
Examinator: Abraham Joel, institutionen för mark och miljö, SLU

EX0691, Självständigt arbete i markvetenskap, 30 hp, Grundnivå, G2E
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Serienamn: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2013:14

Uppsala 2013

Nyckelord: markavvattning, markavvattningsföretag, dikesutvärdering, vattendragsmorfologi, dikesunderhåll, klimatanpassning

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Omslag: Dikesprofiler och avrinningsområden för markavvattningsföretag Flicksta Häljeby. Foto Pontus Bornold, 2009.

Abstract

Evaluations of open Ditch status and function, with an assessment of suitability of a conversion to a two stage ditch as a low maintenance alternative.

To illustrate Swedish drainage problems this work focused on two agricultural drainage associations assessed in detail with a new method called MADRAS (Minnesota Agricultural Ditch Reach Assessment for Stability). With the assessment of the MADRAS method estimates were made to conclude the ditches operating problems.

This was made through measurements of sediment depths, mass bank failures etc. in order to quantify ditch problems and propose practical actions for improved ditch stability and water quality.

The MADRAS surveys were conducted in two main ditches that drains 2900 hectares of land on the northern shores of Mälaren. In the study measurements of the ditch cross-sections were also conducted to compare actual profiles with the original map profiles.

The evaluation showed that parts of the studied ditch sections were operatively poor; main reason was mass bank failure, undercut channel banks, sediment aggregations and narrowed ditches. The profile survey shows that a majority of the profiles 80 % has sediment accumulations there remains only 64 % of the original profile from the map. The survey also shows that 20 % of the profiles have been expanded by an average of 117 %. The study gives support to conduct further detailed investigations in the area and then accordingly determine an appropriate restoration plan.

The problems that ditch companies face today are to find means to deal with the higher flows. When this no longer can be overcome with the deepening of ditches, since additional drainage today severely restricted and new rulings from the water council is demanded for even smaller changes within ditch companies, alternative solutions must be proposed. Here proposed is to target especially exposed ditch stretches and reshape them into a two-stage ditch. There are many advantages with this design, but despite the fact that they do not lead to increased drainage they currently fall under the same strict rules and needs court rulings to trial the impact assessment. To have drainage companies to implement two-stage ditch technologies in their ditches a simplified permitting process for construction is necessary. Imposition of these constructions is justified as they have wetlands characteristics

of environmental benefits these are a greater immobilization of nitrogen and phosphorus as well as decreased maintenance requirements.

The ditch evaluation method MADRAS is here considered to be a practical tool to be able to gather quantifiable measure of the ditch failing features. The evaluation provides a good foundation for finding the types of measures that should be applied to improve the function of the particularly vulnerable ditch stretches.

The evaluation showed that parts of the surveyed ditches were operationally poor, primarily because of mass bank failure, undercut channel banks and narrowed ditches. A viable solution in the worst affected ditch sections is to introduce a two-stage ditch. These measures would result in more stable channel banks but also even out peak channel flows that in the long run will improve water quality.

MADRAS method is made to measure and estimate the drainage systems operating problems and thereby determine if a maintenance or restoration plan may be developed in the area. The ditch evaluation method MADRAS is a suitable method for ditch evaluation in Swedish conditions for identifying problem affected ditch stretches.

Keywords: Agricultural drainage ditches, Ditch evaluation, Two-stage ditch. IPM

Sammanfattning

För att belysa markavvattningsproblematiken har två dikningsföretag detaljstuderats inom ett avrinningsområde med nya undersökningsmetoder.

Klimatet genomgår en förändring och detta påverkar diken med högre flöden som följd. I Sverige väntas en nederbördsökning på mellan 10-30 % och då markavvattningsföretagen är åldrade både i organisation och underhåll har detta skapat problem med avvattningen i svenskt jordbruk.

Dikesutvärderingsmetoden MADRAS (Minnesota Agricultural Ditch Reach Assessment for Stability) utvärderas här som ett hjälpmedel att klassificera dikesstatus. I MADRAS metodens utvärdering klassificeras ett dike med grund i följande faktorer: sedimentmängd, släntras, dikesavsmalning och sammanställer dessa faktorer för att ge ett kvantifierbart mått på dikesstatusen.

MADRAS undersökningar utfördes i två dikningsföretag i Munktorps socken, Västmanlands län dessa diken avvattnar tillsammans 2900 ha mark. I tillägg till MADRAS undersökning gjordes även mätningar av dikesprofilers tvärsnittsarea. Detta för att få uppskattningar av dikesstatus som är jämförbara med ett dikningsföretags originalritningar.

Utvärderingen visade, att delar av de undersökta dikessträckorna var funktionsmässigt nedsatta. Främsta orsaken var kanalbankras, underskurna kanalbankar och avsmalnad dikesfåra. Undersökningen ger stöd för att inom området genomföra en detaljerad utredning och därefter fastställa en restaureringsplan. Profilundersökningen visar att en majoritet av profilerna 8 av 10 har sedimentansamlingar där endast 64 % av ursprungsprofilen enligt plan. Samtidigt visar undersökningen även att 20 % av profilerna har förstörats med i genomsnitt 117 %.

Ett problem som dikesföretagen står inför idag är hur de skall hantera de högre flödena, då detta inte går att avhjälpa med en fördjupning av diken eftersom ytterligare markavvattning idag kräver ny vattendom måste alternativa lösningar föreslås. Där ett förslag till kompromiss kan vara att istället speciellt utsatta dikessträckor omkonstrueras till ett tvåstegsdike. Fördelarna är många med dessa konstruktioner, men trots att de inte leder till ökad markavvattning krävs i dagsläget fortfarande en omprövning av miljötillståndet. För att lantbrukare skall kunna implementera tvåstegsdikesteknik inom respektive markavvattningsföretag, är en förenklad tillståndprocess för anläggning nödvändig. Att även anläggningsstöd till dessa konstruktioner införs är motiverat då de likt våtmarker även äger miljöförbättrande egenskaper så som större fastläggning av kväve och fosfor samt

minskat underhållsbehov. Dikesutvärderingsmetoden MADRAS anses här vara ett praktiskt användbart redskap för att kunna bestämma dikesstatus och därigenom fastställa ett kvantifierbart mått på dikesfunktion. Utvärderingen ger en god grund till vilka typer av åtgärder som bör kunna appliceras för att förbättra funktion i speciellt utsatta dikessträckor.

Nyckelord: markavvattning, diken, dikesutvärdering, tvåstegsdike, terrassdike, trappstegsdike, fosforretention, kväveretention, kantzon, våtmarksalternativ.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Syfte.....	10
1.2	Avgränsningar.....	10
2	Bakgrund	11
2.1	Ändrade förutsättningar för åldrade företag.....	12
2.2	Markavvattningsföretagen och miljön	13
2.3	Diket som miljö- och produktionsförbättrare	13
2.3.1	Traditionella dikens för och nackdelar	13
2.3.2	Tvåstegsdikets funktion, för och nackdelar	14
2.4	MADRAS	16
3	Material och Metod	19
3.1	Undersökningsområde.....	19
3.2	MADRAS undersökt sträcka	20
3.3	Tillvägagångssätt, enligt Madras	22
3.4	Mätning av dikessektionsareor	23
3.4.1	Gradering enligt Madras	24
4	Resultat	25
4.1	Madras undersökning	25
4.2	Profilredovisning med bilder	29
4.3	Sektionsprofilundersökning.....	36
5	Diskussion	37
5.1	Generella reflektioner av utvärderingsmetoden MADRAS	37
5.2	Dikesutvärdering.....	37
5.3	Profilundersökning	38
5.4	Tvåstegsdikes lämplighet inom området	38
5.5	Tvåstegsdikens införande i markavvattningsföretagen.....	39
6	Slutsats	41
7	Tack!	43
8	Litteraturlista	44
8.1	Referenser	44
8.2	Muntliga referenser	46
9	Bilagor	47
	Bilaga 1: Madras utvärderingsprotokoll och poängsystem	47

1 Inledning

En god markavvattning är en grundförutsättning för ett effektivt och modernt jordbruk och på de flesta marktyper en nödvändighet för att kunna bedriva jordbruk i länder med nederbördsöverskott. En rad positiva växtfysiologiska, markfysikaliska och även miljöaspekter kan sammankopplas med god markavvattning i jordbruksproduktion. Enkelt kan man sammanfatta markavvattningens effekter med att en snabbare upptorkning av matjorden förbättrar bruksmöjligheter. En större jordvolym genomluftas, aeroba mikroorganismer och rötter kan tränga längre ned i markprofilen och tillgodogöra sig mer vatten och näringsämnen och därmed öka produktionen.

De stora infrastrukturella markavvattningssatsningarna i Sverige gjordes i slutet av 1800-talet och början på 1900-talet. Fram till 1970 fick man statsbidrag för att avvattna mossar, myrar och sumpskogar för att skapa odlingsbar mark.

Tiden därefter har fokus flyttats ifrån att ha produktionsfrämjande insatser som främsta mål till att istället undersöka och stödja metoder för att minska jordbrukets miljöpåverkan.

Därför har detta arbete initierats för att titta närmare på markavvattningsfrågor kopplat både till produktion och miljönytta. Utgångspunkten i detta arbete ligger i möjligheten att använda en utvärderingsmetod för att kunna ge en allmän uppfattning av markavvattningsproblematik med fokus på detaljerade undersökningar av dikesfunktion i markavvattningsföretag.

Denna studie har genomförts som ett examensarbete på C-nivå inom ämnet Markvetenskap vid institutionen för Mark och Miljö vid SLU. Initiativ och finansiering till arbetet kommer ifrån ”Kraftsamling växtodling” och Fredrik Andersson. ”Kraftsamling växtodling” är ett LRF projekt som fokuserar på kunskapsutveckling och kunskapsspridning inom växtodlingsområdet.

1.1 Syfte

- Att genom praktisk undersökning tillämpa metodik för dikesutvärdering och därigenom kunna klassa dikens funktion.
- Att ge förslag på hur diken kan fortsätta att besörja en effektiv markavvattning.
- Med utgångspunkt ifrån resultat föreslå dikesskötselstrategier och diskutera ev. dikesomformning.

1.2 Avgränsningar

Detta arbete syftar främst till att ge förslag på åtgärder och metoder för att undersöka markavvattningsfunktionen inom ett markavvattningsföretag, men även belysa hur markavvattningen fungerar i jordbrukssverige.

2 Bakgrund

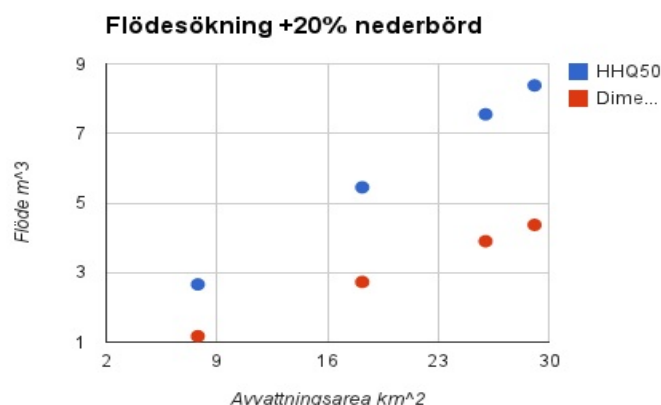
Öppna diken tillsammans med kulverterade diken och täckdiken tillhör jordbruksproduktionens allra viktigaste produktionsförbättrande infrastrukturer. I Sverige finns det 888000 km öppna diken varav 93100 km av dessa avvattnar åkermark (Essen et al., 2004). Dessa diken ligger med största sannolikhet inom ett markavvattningsföretag. Det finns i Sverige idag 49 983 legaliserade markavvattningsföretag varav ca 30000 avvattnar jordbruksmark (Naturvårdsverket 2009:5). Från början av 1800-talet till mitten av 1900-talet har lantbrukare uppmuntrats med statsbidrag för att torrlägga myrar och förbättra avvattningen för att säkerställa mer odlingsbar mark. Genom att gå samman i ett markavvattningsföretag kunde kostnadsfördelning administreras och skötselrutiner organiseras.

Enligt Miljöbalken kap 11 § 2 beskrivs markavvattning som “åtgärder som syftar till att varaktigt öka en fastighets lämplighet för ett visst ändamål, genom att avvattna mark, sänka eller tappa ur vattenområden, eller företa andra åtgärder för att skydda området mot vatten”. Till ett markavvattningsföretag hör en ansvarig styrelse. Styrelsen skall ha rutiner för skötsel, underhåll och inventering av diket och ansvarar för att upprätta underhållsplaner. Rutinerna ska vara dokumenterade och uppdateras regelbundet (5 § egenkontrollförordningen i miljöbalken). Det är också viktigt att det finns rutiner för att åtgärda brister som uppkommer på anläggningarna.

2.1 Ändrade förutsättningar för åldrade företag

Många diken har funktionsproblem vilket innebär att diken och kulverterade ledningar inte leder bort vatten lika bra som vid anläggning. Ytterligare problem uppstår med markavvattning när flödet ett dike har konstruerats för har förändrats. Klimatförändringar förutspås ändra nederbördsmönster i sådan utsträckning att det också kommer att få konsekvenser för markavvattningsföretagen framöver som vi redan ser tecken på.

Klimatförändringarna förutspås i Sverige ge en ökad nederbörd i de västra och norra delarna i storleksordningen 10-30 %. I det undersökta Munktorpsområdet antas ökningen bli 20 % (figur 1). Samtidigt kommer intensiva regn att bli allt vanligare vilket innebär större högflöden. Dagens HHQ100 (högsta högvattenflöde 100 år) förutspås istället att återkomma var 20:e år i västra Sverige. Detta kan ställas i kontrast till att de sydöstra delarna av landet som tvärtom förutspås få nederbördsminskningar så att HHQ100 istället bara återkommer var 300:e år (SJV 2010:27).



Figur 1. Flödesökning M^3S^{-1} i Munktorpsbäcken HHQ50 (högsta vattenflöde inom 50 år) baserat på en 20 % nederbördsökning jämfört med det HHQ50 som diket dimensionerats efter.

Både anläggningens ålder, dess underhållsrutiner och det faktum att styrelsen för många markavvattningsföretag mycket ofta är inaktiva eller icke befintliga, detta tillsammans med nederbördsförändringarna innebär i praktiken att vi ser allt frekventare problem med avvattningsanläggningars funktion. Jordbruksmark översvämmas idag i allt större omfattning (A. Wörman et al., 2010).

2.2 Markavvattningsföretagen och miljön

Ett intensivt odlat jordbrukslandskap skapar ett överskott av näringsämnen och sediment till vattendrag och nedströms liggande sjöar (Hoffman et al., 1996). Som följd av ökade vattenflöden i våra jordbruksdiken, kommer dessa att utsättas för större påfrestningar. Dessa påfrestningar leder till att försämringstakten i diket ökar, vilket medför risker att frigöra och lösa ännu större mängder sediment och därmed en ökad miljöpåverkan (Simon och Rinaldi, 2006).

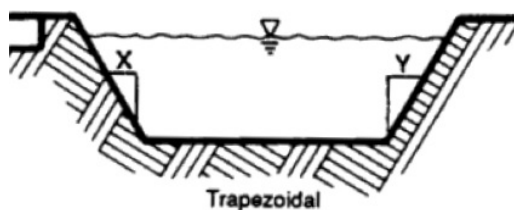
Vattenfrågor rör inte mindre än 5 av våra 16 miljömål och på sjunde plats ligger miljömålet ”ingen övergödning” därför har det gjorts stora insatser för att förhindra att näringsämnen framför allt kväve (N) och fosfor (P) når känsliga akvatiska miljöer. Att fixera dessa näringsämnen på åkern, vid åkern eller så nära åkern som möjligt genom olika insatstekniker är numera en högt prioriterad miljöinsats (Miljömål 2012)

Det finns idag åtskilliga lösningar som kan minska jordbrukets miljöbelastning. Det ges bl.a. bidrag till att anlägga kantzoner längs med diken, dessutom uppmuntras lantbrukaren med bidrag för att denne skall lämna jorden beväxt över vintern samt att det även har införts anläggningsstöd för våtmarker. (SOU 2010:101)

2.3 Diket som miljö- och produktionsförbättrare

2.3.1 Traditionella dikens för och nackdelar

Uteslutande har samtliga konstruerade kanaler och diken stöpts i en trapezoid form (figur 2). Denna design är skapad för att leda mycket vatten med ett så litet markanspråk som möjligt.



Figur 2. Parallelltrapets form är den dominerande dikesformen i Sverige. (Field Manual 1994)

Tvärsnittsarean på ett dike har dimensionerats avsett att klara av extremflöden som beräknas uppstå inom en 50 års period. Dikesbotten i en dikeskonstruktion med parallelltrapets form är därför bredare än om diket hade skapats vid naturliga förhållanden. Ett parallelltrapetsdike saknar vid låga flöden förmågan att transportera lösta sediment. Detta leder till sedimentansamling på botten samt att vatten letar

sig fram i en liten meandrande fåra på dikesbotten (Magner et al., 2010). De små inre kanalbankar som bildas rensas normalt ut vid dikesrensning. Detta eftersom funktionen på diket annars begränsas. Dikesrensningarnas dilemma är att de är förknippade med stora kostnader och samtidigt innebär en miljöbelastning (Weström et al., 2010).

I förvaltning av ett traditionellt dike undviks interaktion med vegetation i största möjliga mån detta eftersom vegetation begränsar flödet och därmed vattenavledningsförmågan. Interaktion med vegetation är ur miljösynpunkt och dikestabilitet fördelaktig eftersom vegetationen agerar kvävefälla samt att döda växtrester ökar kol-kväve kvoten vilket ökar dikets interna denitrifikation (Groffman et al., 2005).

2.3.2 Tvåstegsdikets funktion, för och nackdelar

Tvåstegsdiken har testats och visat sig vara effektivt för att bl.a. stabilisera dikesbankarna och utjämna flöden (Ward & Mecklenburg 2005). Det går i grunden ut på att diket breddas samt förses med ett inre lågflödesdike (figur 3) (Mecklenburg, 2004). Med denna konstruktion leds normalflöde/lågflöde i dikets djupfåra. Denna del dimensioneras så att flödeshastighet är tillräcklig stor för att partiklar inte ska sedimentera. Vid en flödestopp så breddas diket över den inre kanalen (figur 3) och översvämmar den nedre banken. Diket har nu upp till tre gånger så stor våt area. Detta leder till en lägre flödeshastighet i diket och vid högvatten så minskar dess sedimenttransporterande förmåga (Mecklenburg, 2004). Att sänka flödeshastigheten i diket leder också till att interaktion mellan vegetation och vatten blir större vilket leder till ökad kväveretentionen i ett tvåstegsdike. Den uppskattas vara fem gånger större än i ett normalformat referensdike (Wamsley, 2011).

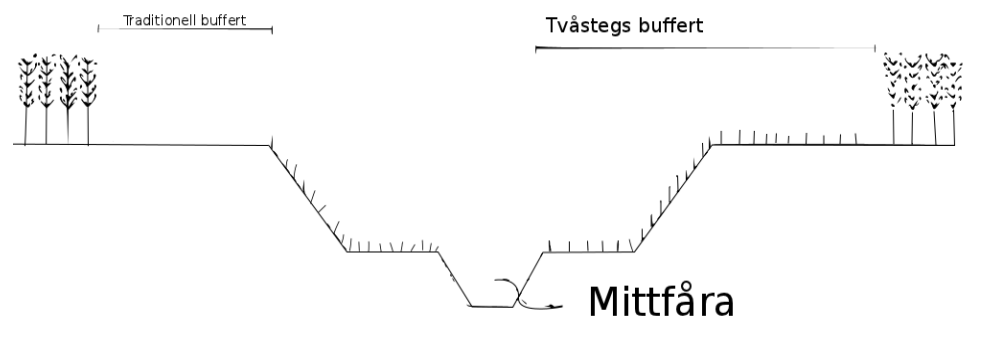
I teorin skulle den högre andelen organiskt material i bankmaterial och bottenslam ge ökad denitrifikation (Groffman et al., 2005). Fältundersökningar med syfte att fastställa om tvåstegsdiket har en högre denitrifikationspotential än ett parallelltrapetsformat dike har inte empiriskt kunnat påvisa några skillnader (Powell et al., 2010).

Flödeshastigheten i ett tvåstegsdike är lägst utmed kanterna vilket gör att den största delen av sedimentationen sker där. Detta leder till att suspenderade partiklar vid högvatten minskar med upp till 20 % inom ett tvåstegsdike jämfört med motsvarande parallelltrapets diken. Dessutom minskar den skjuvande kraften på dikesslanten proportionellt med hastigheten och därmed minskar risken för erosion och ras på kanalbankar (Magner et al., 2010).

Den största nyttan av ett tvåstegsdike åstadkoms i struktursvaga jordar som mo/mjåla/sand och även organogena jordar. Jordarten inom undersökningsområdet tillhör kategori mjällig mellanlera, vilket är en måttligt struktursvag jordart.

Nackdelar med ett tvåstegsdike är kostnaden för att planera och anlägga själva diket samt att produktionsmark tas i anspråk. En ungefärlig siffra för anläggningskostnaden av ett tvåstegsdike beräknas till 170- 250 kr/m (Wamsley, 2011).

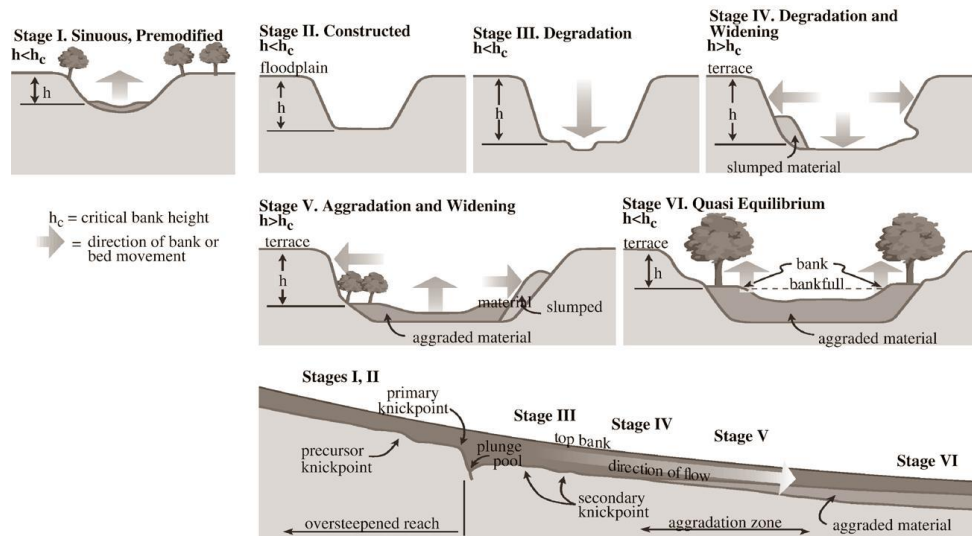
Om ett dike som normalt behöver rensas var femte år omformas till ett tvåstegsdike kan det nya rensningsintervallet förskjutas till vart 30 år. Detta innebär att investeringen för ett tvåstegsdike är betald på 14 år med hänsyn till minskade underhållskostnader (Wamsley, 2011).



Figur 3. Tvåstegsdikesdesign.

2.4 MADRAS

MADRAS metoden för utvärdering av jordbruksdiken är framtagen av *University of Minnesota*. (Magnar et al., 2010). Metoden bygger på den förändring ett dike genomgår efter en modifikation av ett naturligt vattendrag till ett produktionsavvattnande dike (figur 4), framtagen av Simon och Hupp (1986).



Figur 4. Modell av öppet dike utveckling över tid efter Simon and Hupp, 1986

Modellen delar upp dikesbankarnas utveckling i sex steg:

(I) Steg ett, *Premodified Stage* har stabila bankar, med endast ringa erosion på utsidan i dikeskrökar och motsvarande sedimentansamlingar på insidan, diket har formats efter flödets naturliga fluviala processer.

(II) Steg två, *Constructed Stage*, typiskt innebär detta borttagande av vegetation, utschaktning av mineraljord och omformning av de befintliga kanalbankerna till en parallelltrapetsform. Här sker även ofta en spatial ompositionering av kanalen för praktisk formning av arealen samt att förbättra vattenflödet.

(III) Steg tre, *Degradation Stage*, präglas av snabb erosion (nedskärning) i kanalens botten och erosion på kanalbankar (underskärning), vilket resulterar i högre och brantare kanalbankar.

(IV) Steg fyra, *Threshold Stage*, resultat från fortsatt funktionsnedsättning och dikesfåran breddas. I icke kohesiva jordar, sker kanalbankras och bäckfåran vidgas och blir grundare.

(V) Steg fem, *Aggradation Stage*, kännetecknas av att material har börjat avlagrats i den breddade kanalbotten. Denna process börjar nedströms och kommer med tiden att förflytta sig längre uppströms.

(VI) Steg sex, *Restabilization Stage*, kännetecknas av ett ännu tydligare meandrande hos kanalen. Erosion och deposition har förändrat kanalens utseende och vegetation har återetablerat sig i diket.

I grunden kommer stabiliteten på ett dike att avgöras av följande faktorer:

Dikesbankens status

Dikesbankens stabilitet kan mätas genom att undersöka förekomsten och omfattningen av kanalbankras, bankerosion och eventuella grundvattengenomträngningar i kanalbanken. Kanalbankras innebär nedåtriktade rörelser av kanalbanksmaterial där stora delar av dikesbankens material har kanat ned längs med dikesbankens lutning. Destabilisering bankmaterial utsätts för vattenmättnad, alternativt att dikessidan har en för brant lutning. Sandjordar och organogena jordar med svag kohesion är utsatta, saknar de stabiliserande vegetation är erosion ofrånkomlig. Ytavrinning i området kan också skära kanaler i dikesbanken och skapa kanalbankerosion (Magner et al., 2010).

Underskurna eller bräddade diken

Kanalbreddning eller underskurna bankar uppstår oftast efter ökad tillrinning på icke kohesiv jordart. Tecken på breddning i kanalbotten är underskurna bankar, oregelbundna kanter, ojämna kanalbredd eller lågflödes hastighetssträckor som saknar vegetation. En stabil kanalbank har en lutning mot diket och är oftast bevuxen med gräs. Vidgade kanaler (Steg IV, figur 4) saknar en stabil kanalbank och när en kanal börjar breddas kommer banken att förlora sin lutning och blir till en stående rasbrant. Detta sker sällan längs hela kanalens kant utan ofta på små delar i taget. Tidiga symptom på underskurna eller bräddade diken visar sig som oregelbundet formade kanalkanter eller genom att kanalbredden varierar. Långt framskriden underskärning karaktäriseras av att allt material har eroderats bort tills marken

ovan hålls uppe endast av vegetation och rötter. Detta leder slutligen till att jordmassor rasar ned i diket (Magner et al., 2010).

Kanaldeposition

Deposition av sediment uppkommer oftast pga. dåliga underhållsrutiner eller som en följd av ökad tillrinning. För mycket sediment förs in i kanalen och kan inte bortföras vid normalflöde. Strängar av sediment av enhetlig partikelstorlek stannar i kanalens mitt över eller under vattenytan och fyller kanalen (Magner et al., 2010).

3 Material och Metod

I studien ingår en utvärdering med MADRAS av öppna diken, dessutom har sektionsprofilundersökningar genomförts. Detta för att få ett jämförbart mått på dikets tvärsnittsarea/profilarea idag jämfört med tvärsnittsarean vid anläggning.

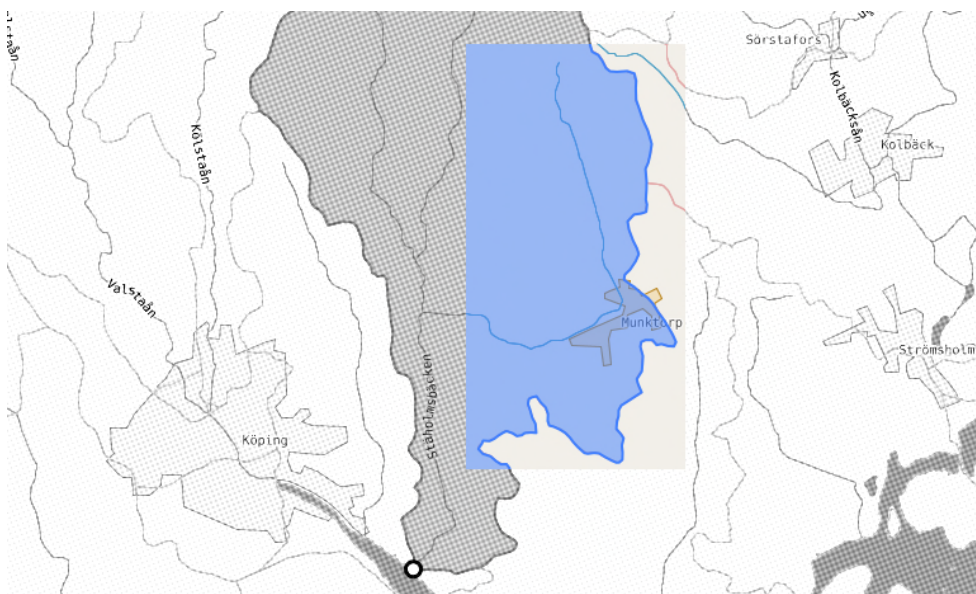
3.1 Undersökningsområde

Det undersökta området ligger i Munktorps socken i Västmanlands län (figur 5), avrinningsområdet är 2901 ha stort och består till 67 % av åkermark övrig markanvändning består av skogsmark och impediment beräknat med hjälp av Arc-GIS och funktionen *watershed*. En enkel uppskattning av storleken på de hårdgjorda ytorna inom området (Munktorp samhälle med industri) ger att ca 2 ha (0,6 %) är hårdgjorda. Denna andel kan i detta område anses vara försumbar. Jordarten i undersökningsområdet är postglacial lera och domineras av en mjälilig mellanlera. Inom avrinningsområdet finns tre dikningsföretag varav undersökningar ägde rum i; Flicktsa-Häljeby och Möljesta-Härnеста-Åskestas markavvattningsföretag (tabell 1). Område 3 Sillsta ligger inom samma avrinningsområde och bidrar med vatten till Möljesta-Härnеста-Åskestas men togs inte med i dikesundersökningen (figur 5).

Båtnadsareal ingår i tabellen eftersom den ligger till grund för ansvar/kostnadsfördelningen

Tabell 1. Beskrivning av dikesföretag inom undersökningsområdet

	Undersökningsområde	Anläggningsår	Avrinnings omr. km ²	Båtnads areal i ha
1	Flicktsa-Häljeby	1956	8,7	110,8
2	Möjljesta-Härnеста-Åskestas	1916	12,0	160
3	Sillsta	1964	9,1	27,2
Total			29,0	298,0



Figur 5. Översiktsskarta färgat område utgör undersökningsområden 1 och 2 detaljkarta se figur 6 och 7 ljusgråprickat i anslutning till utgör hela avrinningsområde (SMHI Vattenweb 2012).

Flödet i de undersökta dikena är beräknade efter en nederbördsintensitet på 0,8-1,0 l ha⁻¹s⁻¹ och beräkningar av HHQ 50 ligger i området mellan 1,17 m³s⁻¹ och 4,37 m³s⁻¹ (Möljesta, Härnеста, Åskestas dikesföretagshandlingar).

De diken som undersökts är Sandsta bäcken inom Flicksta-Häljeby dikningsföretag anno 1956. Detta dike har en känd senaste rensning utförd 1984 samtidigt anser dikningsföretagets ordförande att markavvattningsföretaget fungerar bra men att det sannolikt åter är dags för en rensning (Agrell, B., pers. medd. 2011). Även dikningsföretag Möljesta, Härnеста, Åskestas anno 1916 och den i folkmun även kallad Munktorpsbäcken har enligt dikesföretagets ordförande alltid rensats så fort det har uppstått problem. Den senaste rensning är inte dokumenterad men har skett inom de senaste tjugo åren. Enligt ordföranden finns det inget problem med översvämningar eller avbördningskapacitet på diket (Stenman, H., pers. medd. 2011).

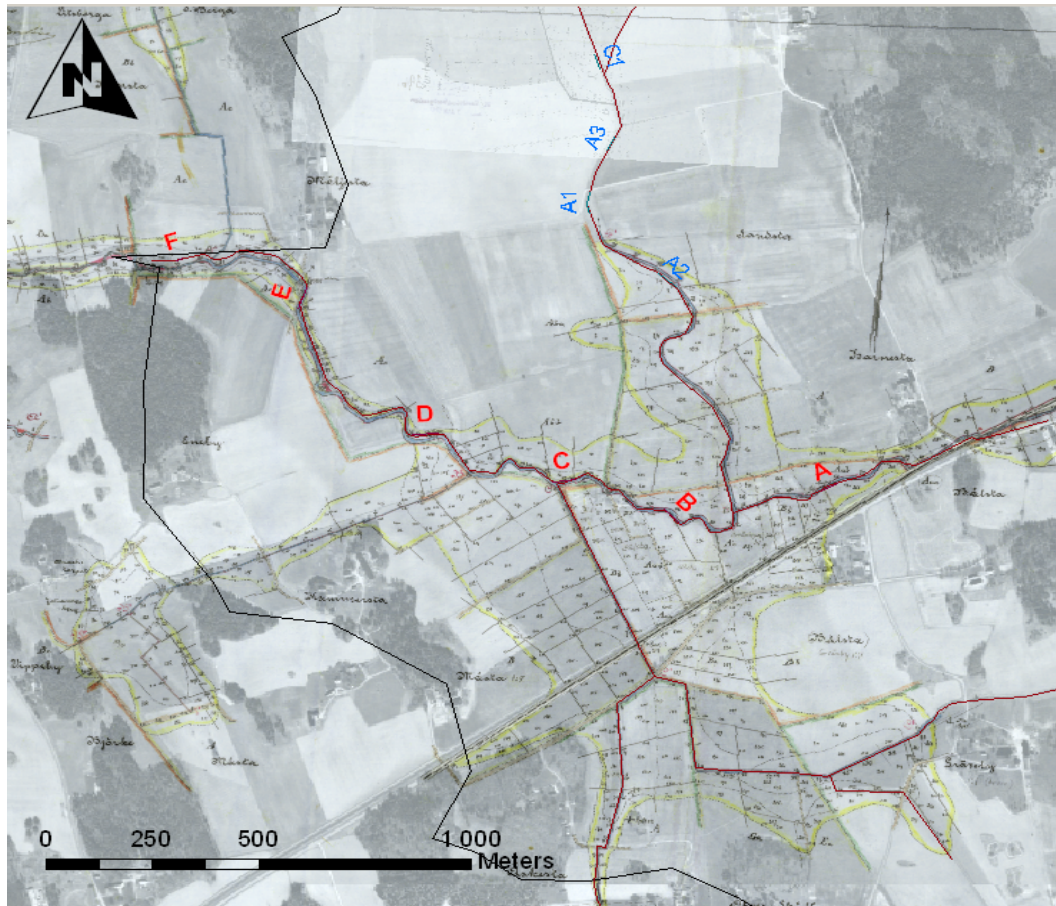
3.2 MADRAS undersökt sträcka

Den undersökta sträckan är ca 5 km lång och utfördes inom område 1 Flicksta-Häljeby (1956) respektive område 2 Möljesta-Härnеста-Åskestas (1916) dikningsföretag. Den i arbetet undersökta sträckningen är markerad i figur 6.

Sammanlagt har 10 mätningar med 10 delmätningar utförts i område 1 A1-D4 (figur 6), respektive 6 mätningar med 10 delmätningar för mätområde 2 A-F (figur 7). De undersökningar som gjorts är ordnade efter dikets strömningsriktning.



Figur 6. Punkter i undersökningsområde Flicksta-Häljeby. Markavvattningsföretagets originalhandlingar överlagt på satellitbild från Lantmäteriet. Bokstäver representerar undersökningar enligt MADRAS Tabell 3a © Lantmäteriet, i2012/901



Figur 7. Punkter i undersökningsområde Möljesta, Härnеста, Åskestå. Markavvattningsföretagets originalhandlingar överlagt på satellitbild från Lantmäteriet. Bokstäver representerar undersökningar enligt MADRAS Tabell 3b. © Lantmäteriet, i2012/901.

3.3 Tillvägagångssätt, enligt Madras

Vid utgångspunkten mäts bredden på kanalen från vattenkant till vattenkant. Undersökningslängden skall enligt metoden vara 30 gånger vattenytans bredd. Vattendjup, sedimentdjup och kanalbredd mäts på 10 platser på den undersökta sträckan. Under vandringen längs kanalen antecknar man alla felande faktorer. Felande faktorer är rasbranter, vattengenomträngning i kanalbank eller kanalbankserosion. Dessa sträckor längd mäts i meter. Banken kontrolleras även vid vattenkanten för tecken på underskärning av bankar eller så kallat överhäng, eller om tecken finns på kanalbankras. Om banken är underskuren antecknas längden som är påverkad. Alla eventuella tecken på kanalbreddning och nedfallet kanalbankmaterial antecknas och summeras i utvärderingsprotokollet (tabell 3).

3.4 Mätning av dikessektionsareor

Utöver MADRAS undersökningen utfördes tio stycken sektionsmätningar. Sektionsmätningarna skedde dock enbart inom Möljesta-Härnesta-Åskestas dikningsföretag (1916) (figur 8). Sektionsprofilmätningen utfördes väster om Munktorps tätort. Dessa är numrerade ifrån 1-10 och i fallande ordning med strömriktningen. De uppmätta sektionsprofilerna jämförs sedan med sektioner enligt planritning som visar den profil som diket konstruerades efter.



Figur 8. Profilundersökningsområde. © Lantmäteriet, i2012/901.

Två tillvägagångssätt för profilundersökning tillämpades. Den första metoden utfördes med hjälp av en mätstav/vattenpass och en referenslina som spändes över dikesfåran. Profilen mättes utifrån den uppdragna referenshöjden ned till fast dikeshöjden, metod hänvisas till som ”mätstav”.

Denna undersökning kompletterades med en mätning med ett avvägningsinstrument. Denna undersökning kunde tyvärr inte fullföljas över hela sträckan eftersom isen hindrade vidare undersökningar, därför är den endast representerad i profil 8-10.

3.4.1 Gradering enligt Madras

Graderingen bygger på summan av de poäng som den undersökta sträckan får i summeringsarket Tabell 3. Klassindelningen redovisas i Tabell 2 klasserna spänner ifrån Optimal till att klassas som Dåligt. De mest poänggivande dikesmorfologiska egenskaperna är om över 20 % av sträckan är underskuren alternativt om det i kanalen finns tydliga kanalbankar av sediment. Båda dessa faktorer ger 10 poäng vardera.

Tabell 2. Gradering enligt MADRAS efter (Magner et al., 2010)

Skala	Gradering
0-8	Optimal
9-15	Gränsfall
16-20	Ej Tillfredställande
21-46	Dåligt

4 Resultat

4.1 Madras undersökning

Fältundersökningar utfördes i Munktorpsbäcken och Sandstabäcken oktober 2010. Totalt genomfördes 16 MADRAS utvärderingar inom de två dikesföretagen Flicktsa-Häljeby med undersökningar A1-D4, 1-11 och Möljesta-Härnеста-Åskesta med A-E, 12-16 (tabell 3) samt 10 sektionsundersökningar i Möljesta-Härnеста-Åskesta 1-10 (tabell 3).

Det äldre dikningsföretaget Möljesta-Härnеста-Åskesta 1916 hade 90 % av kanalbankarna drabbats av ras och 36 % av sträckan hade underskurna bankar, motsvarande siffror för det yngre företaget var 46 % och 8 %.

De sträckor som i undersökningen har den sämsta statusen ligger i det äldsta dikningsföretaget 1, 1916 och undersökningspunkterna A-F. Där var så mycket som 80 % av sträckan klassat som ej tillfredställande eller sämre.

Det vanligaste funktionsnedsättande felet var att dikessidan hade kollapsat ner i diket, kanalbankras. Figur 9 och 10 illustrerar frekvensfördelningen i de olika klasserna i MADRAS undersökningen. Där kan utläsas att båda de undersökta dikningsföretagens klassning pekar på en otillfredsställande funktion.

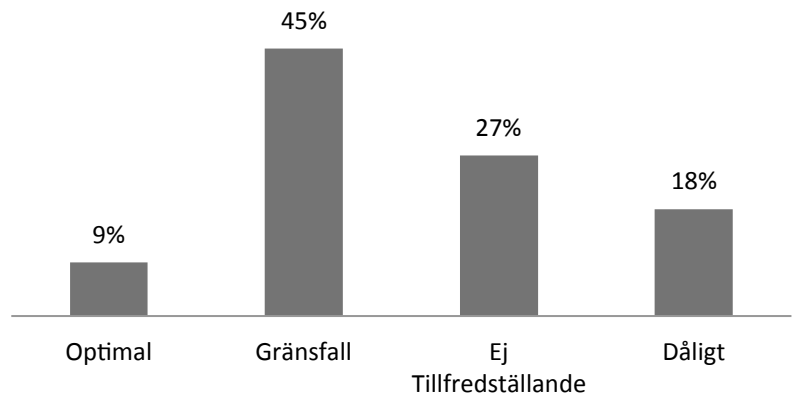
Tabell 3. a MADRAS poängfördelning samt specificerade kritiska och poänggivande faktors frekvens för Flicksta-Häljeby

#	Kartpunkter	Dikesföretag	Anläggnings år	MADRAS po- äng	Klassning	Kanalbankras	Underskurna bankar	Sedimentation	Vegetation
Flicksta-Häljeby									
1	D4		1956	13	Gränsfall	70 %	0%	20%	30%
2	D3		1956	13	Gränsfall	20 %	0%	0%	0%
3	D2		1956	13	Gränsfall	80 %	0%	10%	0%
4	D1		1956	18	Ej Tillfredstäl- lande	70 %	0%	0%	0%
5	C4		1956	16	Ej Tillfredstäl- lande	10 %	0%	20%	0%
6	C3		1956	13	Gränsfall	20 %	0%	0%	0%
7	C2		1956	23	Dålig	70 %	40%	0%	0%
8	C1		1956	5	Optimal	20 %	0%	0%	0%
9	A3		1956	26	Dålig	20 %	40%	0%	0%
10	A1		1956	11	Gränsfall	30 %	10%	0%	0%
11	A2		1956	16	Ej Tillfredstäl- lande	100 %	0%	0%	100%
Medelvärde				15	Gränsfall	46 %	8%	5%	12%

Tabell 3. b. MADRAS poängfördelning samt specificerade kritiska och poänggivande faktors frekvens för Möljesta-Härnеста-Åskestas diktningföretag.

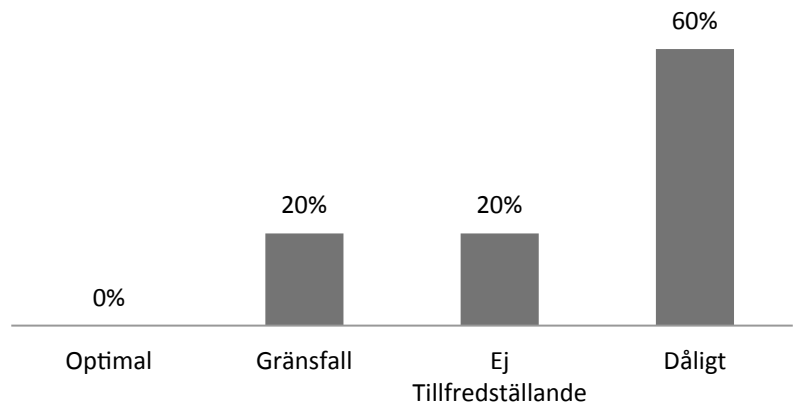
#	Kartpunkter	Dikesföretag	Anläggnings år	MADRAS poäng	Klassning	Kanalbankras	Underskurna bankar	Sedimentation	Vegetation
Möljesta-Härnеста-Åskestas									
12	A		1916	13	Gränsfall	80%	0%	30%	60%
13	B		1916	38	Dålig	100%	50%	10%	0%
14	C		1916	31	Dålig	90%	70%	10%	20%
15	D		1916	31	Dålig	80%	60%	0%	20%
16	E		1916	16	Ej Tillfredställande	100%	0%	80%	0%
Medelvärde				26	Dåligt	90%	36%	26%	20%

Madras poängfördelning i Flicksta-Häljeby markavvattningsföretag där en majoritet av mätområdena hamnar i kategorin "Gränsfall" (figur 9).



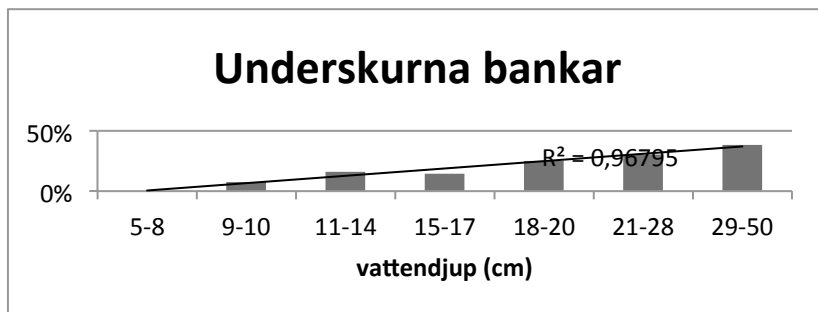
Figur 9. Fördelning klass enl. MADRAS Flicksta-Häljeby 1956.

I Markavvtningsföretag: Möljesta-Härnеста-Åskestas 1916 var en klar majoritet av de undersökta sträckorna inom klassen "Dåligt" (figur 10).



Figur 10. Fördelning klass enl. MADRAS Möljesta-Härnеста 1916.

I figur 11 redovisas förekomsten av underskurna dikesbankar i förhållande till det uppmätta vattendjupet. Med ett klart samband mellan stående vatten och benägenhet till underskärning.

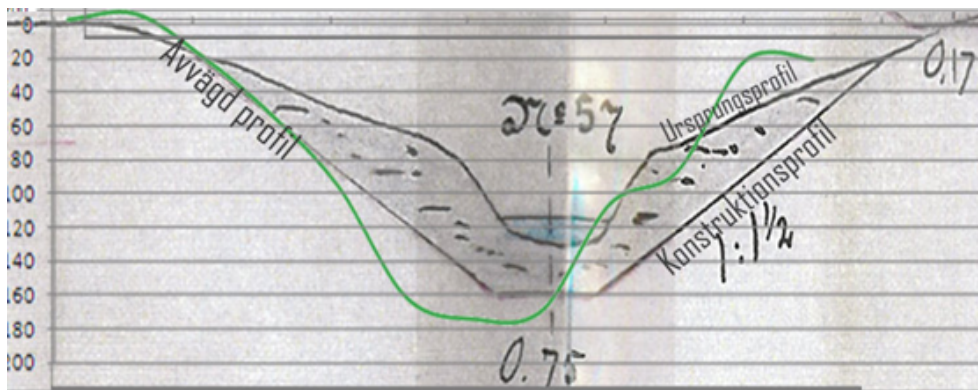


Figur 11. Andel underskurna bankar i förhållande till dikets vattendjup.

4.2 Profilveredovisning med bilder

Resultatet av sektionsprofilsundersökningen presenteras även med sektionsprofiler på det undersökta diket och jämförs i samma bild med sektionsprofilen på markavvattningsföretagets planritning som är den profil som diket konstruerats efter.

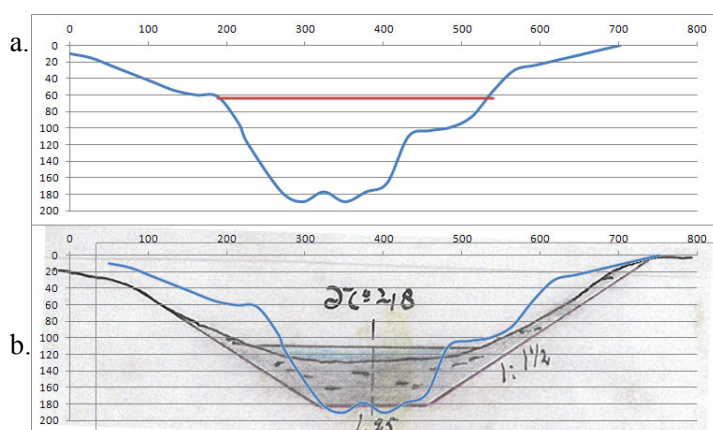
Sektionsprofil 8, 9 och 10 (figur 20, 21 och 22) är utförd med avvägningsinstrument. Den uppmätta sektionsprofilen är lagd över planritningens sektionsprofil för att grafiskt visa på förändringen, se exempel i figur 12.



Figur 12. (Skala i cm) Sektionsprofil 8, planritningen innehåller 2 profiler en uppmätt kallad ursprungsprofil och en konstruktionsprofil anpassad till samma skala som i diagrammen.

Sektionsprofil 1

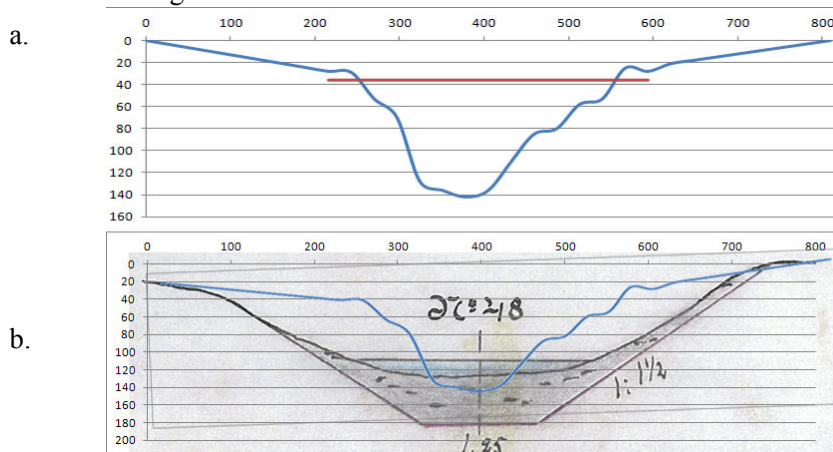
Sektionen har påverkats av kanalbankras dels till följd av höga flöden samt av högt stående vatten. Visar även tecken på att sediment har ansamlats i botten på diket troligt eftersom diket just här har en lägre flödes hastighet till följd av större vattendjup. Även denna del har drabbats av kanalbankras. Denna sträcka har av MADRAS undersökningen klassats som ”dålig”.



Figur 13. (Skala i cm) Sektion 1 a visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 1b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 2:

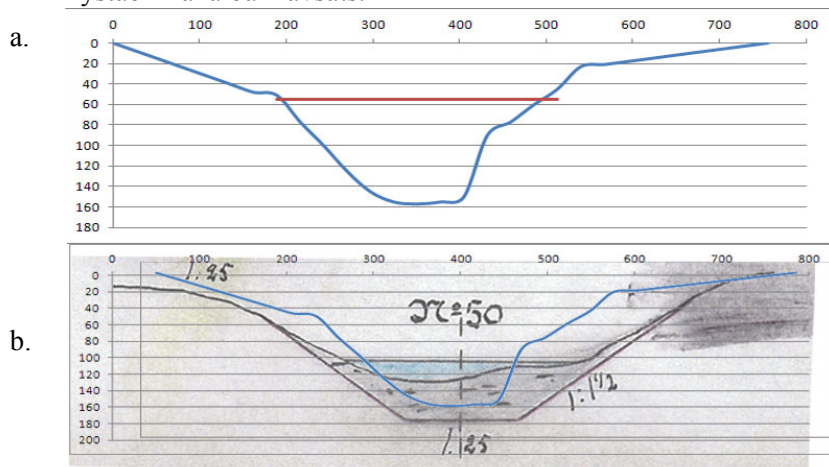
Sektionsprofilen visar tydliga tecken på att sediment har ansamlats i botten på diket sedimentansamling troligt just eftersom diket här har en lägre flödes hastighet till följd av större vattendjup. Även denna del har drabbats av kanalbankras. Denna sträcka har även en MADRAS undersökning genomförts och sträckan klassas som ”Dålig”



Figur 14. (Skala i cm) Sektionsprofil 2 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 1b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 3:

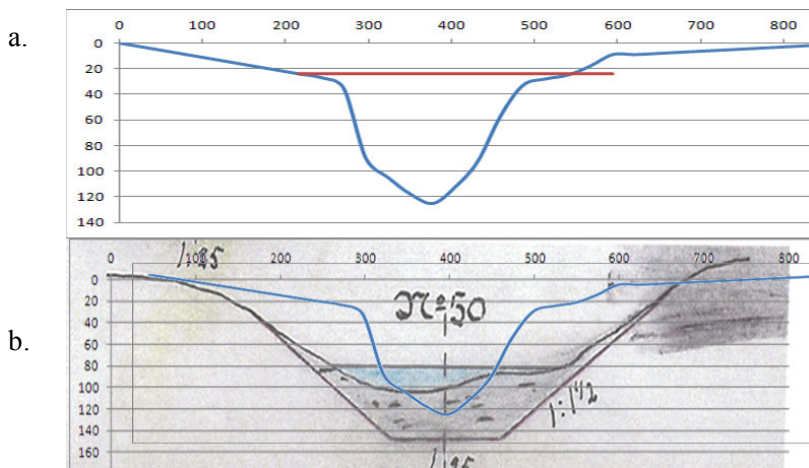
Sektionen är påverkad av kanalbankras, där rasmassorna i detta fall bildat en nystabil kanalbankavsats.



Figur 15. (Skala i cm) Sektionsprofil 3 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 3b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 4:

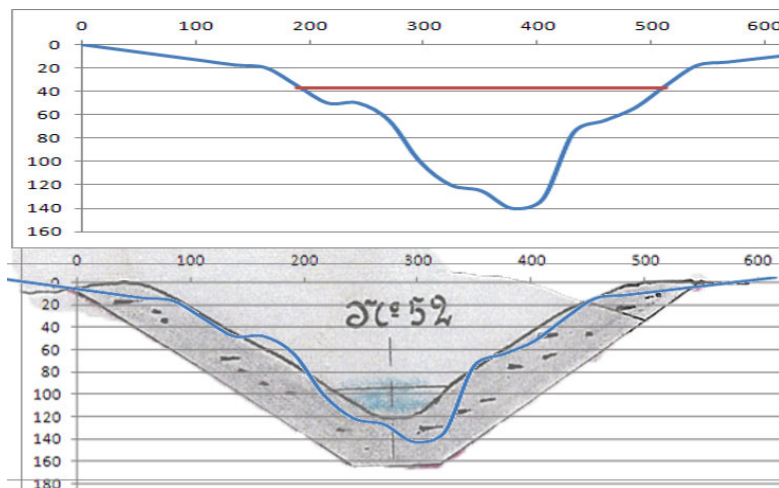
Sektionsprofilen 4 har felande kanalbankar på grund av högt stående vatten har lett till kanalbankras på båda sidor. Kraftigt nedsatt funktion i denna sektion.



Figur 16. (Skala i cm) Sektionsprofil 4 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 4b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 5:

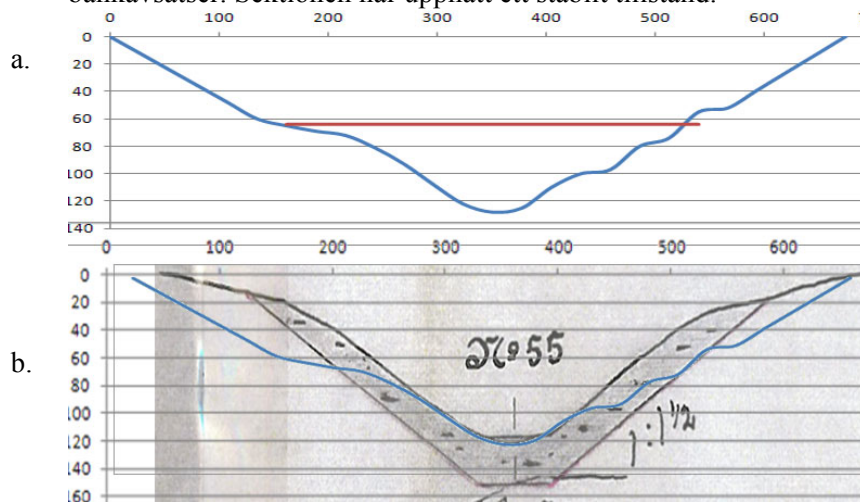
Sektionsprofilen är drabbat av kanalbankkras, och påtaglig sedimentansamling, sektionen liknar den före anläggnings år 1916.



Figur 17. (Skala i cm)Sektionsprofil 5 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 5b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 6:

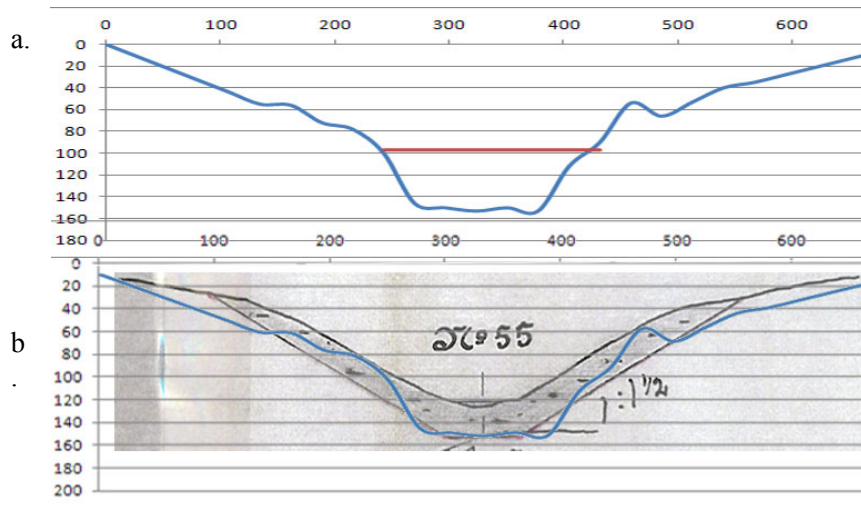
Sektionen ger en bild av en stabiliserad kanalbank med naturligt formade kanalbankavsatser. Sektionen har uppnått ett stabilt tillstånd.



Figur 18. (Skala i cm)Sektionsprofil 6 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 6b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 7:

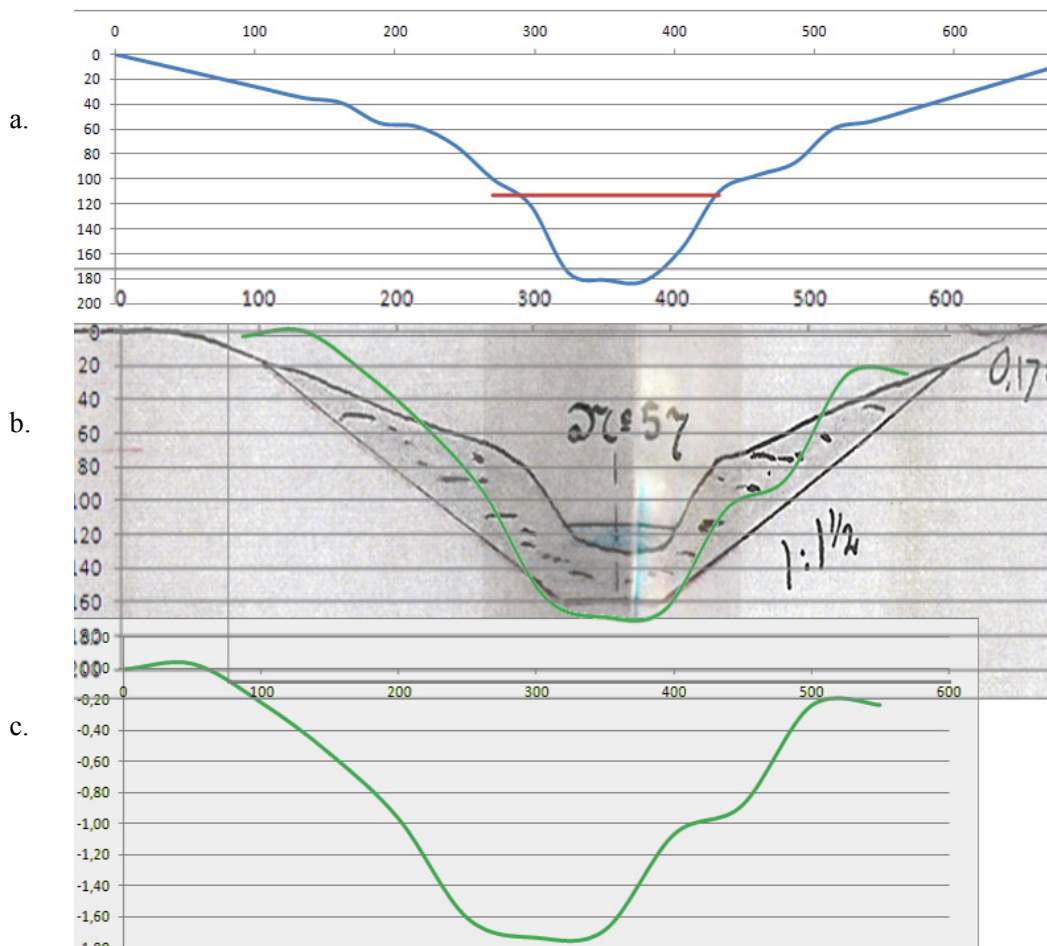
Sektionen är påverkad av kanalbankras men ingen nämnvärt nedsatt funktion kan härledas till dessa ras.



Figur 19. (Skala i cm)Sektionsprofil 7 visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 7b är den ursprungliga planprofilen med den uppmätta profilen pålagd.

Sektionsprofil 8:

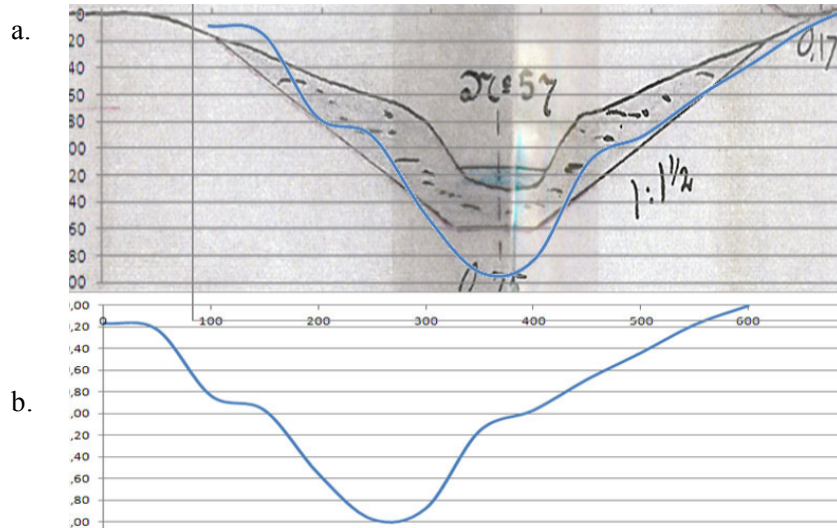
Sektionen har utsatts för kanalbankras men detta har inte påverkat sektionens funktion i större utsträckning.



Figur 20. (a och b Skala i cm c skala i m) Sektion a visar uppmätt dikesprofil med vattenyta markerat i rött, sektion 1b är den ursprungliga planprofilen med den avvägda profilen pålagd, sektion 1c visar en avvägd profil uppmätt med avvägningsinstrument.

Sektionsprofil 9

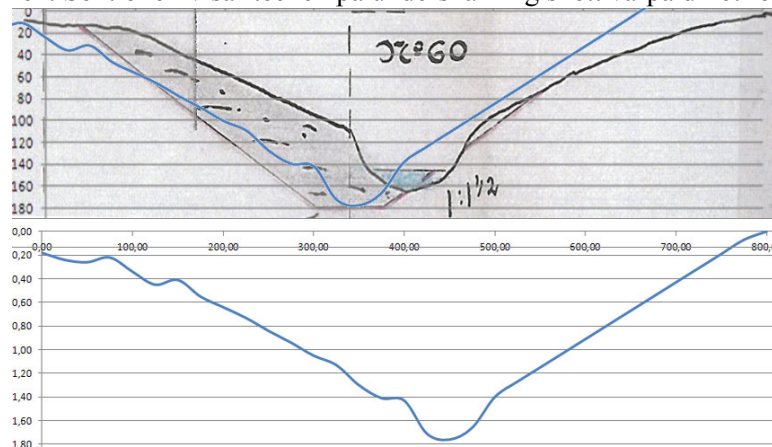
Sektionen visar tecken på bottenerosion samt avsmalning som följd av kanalbank-ras.



Figur 21. (a Skala i cm b skala i m) Sektionsprofil 9 sektion a är den ursprungliga planprofilen med den avvägda profilen, profil b är endast den avvägda profilen.

Sektionsprofil 10:

Sektionen befinner sig i en dikeskrök därav den något annorlunda sektionsprofilen. Sektionen visar tecken på underskärning skett varpå diket förskjutits i x-led.



Figur 22. (a Skala i cm b skala i m) Sektionsprofil 10 sektion a är den ursprungliga planprofilen med den avvägda profilen, profil b är endast den avvägda profilen.

4.3 Sektionsprofilundersökning

Sektionsprofilernas area enligt dikesföretaget Möljesta-Härnеста-Åskestas detaljplan jämförs i tabell 4 med den vid sektionsprofilundersökning uppmätta arean för mätpunkter 1-10 i (figur 7). Sektion 8-10 har även undersökts med avvägningsinstrument. I tabell 4 redovisas även den procentandel av den ursprungliga sektionsprofilen som återstår i dagsläget.

Denna undersökning visar på samma tendenser som MADRAS undersökningen tidigare påvisat. Att en större del av sträckan i det äldre dikningsföretaget Möljesta-Härnеста-Åskesta (figur 7), 1916 har klassats som ”dåligt” I genomsnitt återstår där 74 % av anlagd ursprungsprofil, med variation där två sträckor förstörats med 17 % och åtta profiler minskat till 62 % av ursprungsprofilen.

Tabell 4. Sektionsprofilundersökning

Sektion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Motsv. MADRAS	C	B	B	B	B	A	A	A	A	A
Planprofil m ²	7,88	7,88	6,42	6,42	4,54	3,82	3,82	5,56	5,56	7,25
Uppmätt m ²	4,94	3,16	3,86	2,57	2,91	4,48	4,42	4,38	4,9	3,31
% av Planprofil	63%	40%	60%	40%	64%	117%	116%	79%	88%	54%
Avvägd m ²	-	-	-	-	-	-	-	4,53	5,48	6,48
% av Planprofil	-	-	-	-	-	-	-	81%	99%	89%
Genomsnittlig profil minskad	62 %									
Genomsnittlig profil förstörad	117 %									
Genomsnittlig planprofil	74 %									
Genomsnittlig + avvägd (ej viktad)	78 %									

5 Diskussion

5.1 Generella reflektioner av utvärderingsmetoden MADRAS

Dikesutvärderingsmetoden MADRAS går ut på att bedöma dikets funktion och klassificera därefter. Undersökningsmetoden fungerar som en utvärderingsmetod för ett dikes status och kan även vara ett hjälpmedel såväl som ett beslutsunderlag för åtgärdsinsatser vid utsatta och problemdrabbade dikessträckor.

Madrass klassar ett dike som stabilt eller instabilt med avseende på följande faktorer: Eroderade dikesslänter/kanter, underskurna bankar, depositionsmassor i diket.

En fördel med metoden är att den bygger på grundliga geotekniska och hydrauliska antaganden om dikesstatus. Målet med metoden fokuserar på att mäta och uppskatta dikesfunktionsproblem och därigenom fastställa om det är nödvändig att upprätta en underhålls- och restaureringsplan för det aktuella området. Undersökningsmetoden MADRAS fungerar som en hjälp till att fastställa om dikesfunktionens försämringsgrad är så grav att dikets fortsatta funktion kräver upprättandet av en åtgärdsplan.

En förbättring av denna utvärderingsmetod skulle vara att den även inkluderar miljövärden såsom att ta hänsyn till den befintliga biologiska mångfalden och hur dessa värden dels kan bevaras men också förbättras med hjälp av etablering av våtmarker och tvåstegsdiken.

5.2 Dikesutvärdering

Det norra markavvattningsföretaget Flicktsa-Häljeby (figur 6), har få problemdrabbade sträckor. I denna del har 18 % klassats som dåligt och 46 % inom funktionskategorin ”gränsfall”. Denna sträcka anses klara av de flödesmängder som sträckan utsätts för idag och inom denna sträcka anses ytterligare rensningsåtgär-

der eller omformningar till tvåstegsdike ej kunna förbättra dikets funktion eller dess kapacitet.

Markavvattningsföretaget Möljesta-Härnеста-Åskestas (figur 7), anno 1916 har en mycket sämre status. I denna del har så mycket som 60 % klassat som ”dåligt”.

Det dominerande problemet var här att dikessidan hade kollapsat ner i diket i ett så kallat kanalbankras. På denna sträcka ser vi även en tendens till ökad sedimentansamling. Diket har här det högsta flödet av de undersökta sträckorna och har dessutom inte genomgått något systematisk underhåll de senaste 30 åren.

5.3 Profilundersökning

En profilundersökning ger en konkret och jämförbar bild av vilken status ett dike har i denna punkt. Där ursprunglig profil ställs emot framtagna mätningar, dessa detaljerade undersökningar görs främst på sträckor med undermålig dikesfunktion. Resultatet av profilundersökningen ligger också till grund för att skapa ritningar till en tvåstegsdikesplan för området om dessa anses nödvändiga. Förslagsvis skulle profilmätning i stor skala föregås av en GIS inventering där faktorer som erosionsbenägenhet, nederbördsförändring, markanvändningsförändring sammanställas och riskområden identifieras. Liknande studier har gjorts med fokus på att identifiera erosionsbenägenhet (Lineback och Gritzner, 2001; Larsson, 2011). I dessa områden bör en översiktlig undersökning utplaceras för att sedan kompletteras med en fältundersökning för att se om dessa sträckor är lämpliga för tvåstegskonvertering.

Mätningarna visar tydligt på att ett idag högre vattenstånd och flöde än vad diket dimensionerats för. Det äldre Möljesta-Härnеста-Åskestas (figur 7), har även tydliga tecken på anhopning av sediment (tabell 4), detta troligt på grund av att sediment transporterats ifrån uppströms liggande delar av dikningsföretaget ansamlats där.

5.4 Tvåstegsdikes lämplighet inom området

Den undersökning som genomförts i detta arbete pekar på att delar av Möljesta-Härnеста-Åskestas markavvattningsföretag 1916 skulle kunna dra stora fördelar av att konverteras till ett tvåstegsdike. Då åsyftas i främsta hand undersökningssträcka B-F. Motiveringen är att dominerande delar av denna sträcka har drabbats av kanalbankras (90 %), en stor del av sträckan visar tecken på underskärning av kanalbankar (36 %) samt att området drabbas av återkommande översvämningar. Även den struktursvaga jordarten ger stöd för att en omläggning är fördelaktig.

5.5 Tvåstegsdikens införande i markavvattningsföretagen

Tvåstegsdikens fördelar är många och till de mest intressanta för ett dikningsföretag hör minskat underhållsbehov samt en kostnadseffektiv kväve-och fosforrening. Det vi behöver är en diskussion om vad för typ av tillstånd som krävs och hur dessa kan förenklas så att tvåstegsdiken inte fastnar i den stora papperstigern.

De flesta tvåstegsdiken kommer att hamna inom markavvattningsföretag berörda diken, vilket väcker en hel del frågor. Behövs det en omprövning av tillståndet för att förändra profilerna och kan ett tvåstegsdike anses skapa ytterligare varaktig markavvattning. Som definitionen säger: "varaktig avvattning av mark för att öka dess lämplighet för visst ändamål". Markavvattning är i dagsläget förbjudet med två viktiga undantag, nämligen täckdikning och dikesrensning (normalt underhåll). Syftet med att anlägga ett tvåstegsdike är onekligen att öka omliggande markers lämplighet i dagsläget. Men att då en anläggning kommer att leda till större lämplighet än vad som anläggningens anläggande syftat till utan snarare att en sådan nytta att i problemområden vara en åtgärd för att vidmakthålla och säkerställa den lämplighet som anläggningen konstruerats för att leverera. Detta resonemang leder mig till att anse att tvåstegsdiken borde inkluderas till att jämsställas med en dikesrensning. Ytterligare problematik uppstår eftersom en anläggning ofrånkomligen ändrar dikesprofilerna i det ursprungliga markavvattningstillståndet. Detta kräver omprövning av dikningsföretaget. Detta innebär i dagsläget stora kostnader för administration "Avgiften är f.n. 875-5 600 kr beroende på vilken dikeslängd prövningen omfattar samt det att sökanden dessutom skall betala länsstyrelsens och domstolens utlägg för annonsering och eventuell sakkunnigutredning. Enligt Per Lindmark, (Jordbruksverket) kostar de flesta ärenden av denna typ i slutändan mellan 1-200 000 sek. En annan lösning på att kringgå tillståndsomprövning är att samtliga medlemmar i dikningsföretaget skriver under ett kontrakt där de godkänner omformningen, en enklare och kostnadseffektivare lösning som dock inte står sig juridiskt lika starkt eftersom mark kan byta ägare och därefter gäller inte kontraktet och nya medlemmar i dikningsföretaget kan om väl osannolikt kräva att de ursprungliga sektionsprofilerna återställs.

Det kan komma att krävas stödåtgärder för att få igång en utbyggnad av tvåstegsdiken och att då erbjuda lantbrukare anläggningsstöd likt de stöd som i dagsläget delas ut till våtmarker vore rimligt. En åtgärd som skulle göra tvåstegsdiken ännu intressantare för jordbrukaren är att den nedre terrassen kan komma att klassas som kantzon och därmed blir stödberättigad. Dessutom leder detta till att lantbrukare som idag har stödberättigade kantzoner inte behöver ta ytterligare åkermark i anspråk för tvåstegsdiken. Lantbrukarens incitament till anläggning kan antas vara större än att anlägga motsvarande våtmark, då det tydligt finns en produktionsnytta

flödesutjämning, översvämningsskydd o.s.v. Den gör det också möjligt att anlägga miljöfrämjande vattenbyggnader i slättområden, där det inte finns en stor fallhöjd som en våtmarksanläggning kräver.

6 Slutsats

MADRAS Metoden har visat sig ge ett bra underlag för att konstatera vad för typ av funktionsnedsättning som påverkar ett markavvattningsföretags öppna diken. Dikesutvärderingen skall kunna ge förslag på åtgärder för att försäkra att dikets avvattningskapacitet bevaras. MADRAS utvärderingens mätningar visar tydligt på att ett idag högre vattenstånd och flöde än vad diket konstruerats för har lett till funktionsnedsatta dikessträckor. Det äldre Möljesta-Härnеста-Åskestas, har även tydliga tecken på anhopning av sediment. Detta troligen på grund av att sediment transporterats ifrån uppströms liggande delar av dikningsföretaget ansamlats där. Utvärderingen ger också utrymme för att konstatera att ytterligare undersökningar kan anses vara värdefulla. Det skulle t.ex. kunna krävas uppdaterade flödesberäkningar som underlag för nya dimensioneringsberäkningar. I denna undersökning har de sträckor som klassats som undermåliga i MADRAS utvärderingen varit de sträckor som skulle främjas bäst av en grundligare restaureringsplan.

Slutsatsen blir då att det är lämpligt att praktiskt använda sig av MADRAS metoden för att identifiera funktionsnedsatta diken under svenska förhållanden. Dessa undersökningar bör då strategiskt utplaceras i landets med hjälp av en GIS inventering av riskområden. I karteringen bör faktorer som jordart, nederbördsintensitet, bruksmetoder och erosionsbenägenhet ingå. Detta för att finna de markavvattningsföretag som har potentiella funktionsproblem. För att sedan på fältnivå utföra utvärderingsarbete och finna lämpliga sträckor där tvåstegsdiken skulle kunna främja dikesfunktion.

Att göra det möjligt för markavvattningsföretagen att anlägga tvåstegsdiken anser jag vara ett viktigt steg för att komma tillrätta med dagens problem med översvämningar och övergödningsproblematik. Det uppstår i samband med tvåstegsdiken ett behov av aktivering och samordning mellan markavvattningsföretagens styrelser. De frågor som här diskuteras berör ofta större områden än de som idag omfattas av ett dikesföretag därför kan det även vara av vikt att upp-

muntra till bildandet av vattenråd som kopplar samman åtgärder över ett större geografiskt område.

7 Tack!

Fredrik Andersson för initiativ och finansiering.

Ingrid Wesström för handledning och revidering.

Abraham Joel för revidering och uppmuntran till färdigställande.

Anna Pers Berglund och Anders Eriksson för fältarbete.

Björn Agrell och Erik Stenman för historisk bakgrund.

Carl-Johan Rangsjö och Per Lindmark, jordbruksverkets vattenenhet för markavvattnings regler.

Karl-Gunnar Dahlgren, Länsstyrelsen i Västerås för val av dikesföretag och framtagning av kartmaterial.

8 Litteraturlista

8.1 Referenser

- Birgand, F. , Skaggs, W. , Chescheir, G. och Gilliam, W. 2007. Nitrogen Removal in Streams of Agricultural Catchments. A Literature Review. *Critical Review in Environmental Science and Technology*, 37: 5, 381- 487.
- Carlsson, L., Johansson, I., Krook, J., Käll, M., Larson, T. och Lindmark, P. 2010. Jordbruksverket förstudie Konsekvenser för jordbrukets vattenanläggningar i ett förändrat klimat. Rapport 2010:27
- Essen, P.-A., Glimskär, A. och Ståhl, G. 2004. Linjära landskapselement i Sverige: skattningar från 2003 års NILS-data NILS arbetsrapport.
- Field Manual No. 5-430-00-1 1994 Air Force Joint Pamphlet No. 32-8013, Vol I Planning and design of roads, airfields, and heliports in the theater of operations road.
- Groffman, P., A. Dorsey, & P. Mayer.2005, N processing within geomorphic structures in urban streams. *Journal of the North American Benthological Society* 24:613–625.
- Johansson, H. & Hoffmann, M. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. Naturvårdsverket Rapport 4741, Stockholm.
- Magner, J., B. Hansen, C. Anderson, B.N. Wilson, J. Nieber. 2010. Minnesota Agricultural Ditch Reach Assessment.
- for Stability (MADRAS): A Decision Support Tool. 9th International Drainage Symposium held jointly with CIGR and CSBE/SCGAB Proceedings, 13-16 June 2010 IDS-CSBE-100229.
- Larsson, A, 2011. Identifiering av områden med risk för fosforförluster genom ytavrinning : metodutveckling med GIS.

- Lineback Gritzner, M., Marcus, W., Aspinall R. and Custer, S., 2001. Assessing landslide potential using GIS, soil wetness modelling and topographic attributes, Payette River, Idaho. *Geomorphology* 37: 149-165.
- Mecklenburg, D., 2004 A Brief Overview of Typical Two-Stage Ditch Characteristics Ohio Department of Natural Resources.
- Minnesota Agricultural Ditch Reach Assessment for Stability (MADRAS): A Decision Support Tool asae.frymulti.com 2010-6-12.
- Miljöbalken, (1998:808) Miljödepartementet lagen.nu hämtad 2012-09-28.
- Naturvårdsverket handbok 2009:5. Markavvattning och rensning Handbok för tillämpningen av bestämmelserna i 11 kapitlet i miljöbalken.
- Naturvårdsverket 2006 Rapport: Linjära landskapselement i NILS fältinventering 2003–2006
- Pfankuch, D., J., 1975 Stream reach inventory and channel stability evaluation. USDA Forest Service Northern Region, Montana.
- Powell, K. & Bouchard, V. 2010 Is denitrification enhanced by the development of natural fluvial morphology in agricultural headwater ditches?, *Journal of the North American Benthological Society*, 29(2):761-772. 2010.
- SCB, 2010, Jordbruksstatistisk årsbok, Svenska statistiska centralbyrån.
- SMHI Vattenweb stålholmsbäcken [Online] smhi.vattenweb.se Tillgänglig:- 2012-11-16.
- Simon, A. och Rinaldi, M. 2006 Disturbance, stream incision, and channel evolution: the roles of excess transport capacity and boundary materials in controlling channel response, *Geomorphology*, 79. 361–383.
- Wamsley, K., Tippecanoe River 2 stageditch demonstration site, [online] (2010-04-21) Tillgänglig:- <https://engineering.purdue.edu/~iwla/webinars/drainage2010/Wamsley%20%20Stage%20Ditch%20Presentation.pdf> [2011-03-08].
- Ward, A. och Mecklenburg, D. Two-Stage Ditch Design 2005 http://www.glc.org/basin/pubs/projects/wi_WtSedCoBs_pub1.pdf [2011-05-23].
- Weisner, S. och Thier, G. (2010:21) Jordbruksverket, Mindre fosfor och kväve från jordbrukslandskapet.
- Wesström, I., Hargeby, A. och Tonderski, K. 2010. Miljökonsekvenser av markavvattning och dikesrensning. Naturvårdsverket. Manuskript.
- Wörman, A., Lindström, G., Riml, J., Åkesson, A., 2010. "Drifting runoff periodicity during the 20th century due to changing surface water volume", *Hydrological Processes* 2010, 24(26), 3772 – 3784, DOI: 10.1002/hyp.7810

8.2 Muntliga referenser

Agrell, Björn Flicksta munktorp 2010-10-23

Erik Stenman ordf. I Möljesta-Härnesta-Åskesta 2010-02-

9 Bilagor

Bilaga 1: Madras utvärderingsprotokoll och poängsystem

Dikes Stabilitet Index Nivå I

Bank stabilitet (erosion eller massras)

0 = optimal, 3 = Gränsfall, 5 = Ej tillfredställande, 10 = Dålig

Markera en för varje påvisad kanalbanks instabilitetsfaktor

För varje förekomst uppskattas eller mäts längden på det drabbade området

1. Kanalbankerosion från ytavrinning
2. Kanalbankras av bankmaterial
3. Grundvattengenomträngning i kanalbank närvarande
4. Mer än 10% av sträckan påvisar någon av de tre första indikatorerna

0 = 0 Optimal

1 = 3 Gränsfall

2 = 5 Ej tillfredställande

3 + = 10 Dålig

Poäng _____

Överbreddning av kanalen (underskärning)

1. Kanalbank lutar från kanal
över hela sträckan och är inte oregelbunden
samt inga tecken på underskurna kanalbankar

0

2. Någon av dessa tre:

Kanal kanter oregelbundna

Kanalbredd variabel

Kanalbank vertikal

3

3. Två av dessa fyra:

Kanalbredd variabel	
Kanalkanter oregelbundna	
Kanalbank vertikal	
Delar av sträckan underskuren	5
4. Samt att:	
Kanalbanken underskuren på över 20% av sträckan	
samt att kanalbankmaterial fallit ned i	10

Poäng _____

Deposition

1. Inga tecken på depositions överskott	0
2. Genomsnittlig provdjup större än 7,5cm	3
3. Sediment avlagringar i kanal	5
4. Ås liknande bankar av sediment i kanalen	10
	Poäng _____
	Summa